5С

УДК 004.82+007.52

Р.А. Санду
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), ООО МИВАР, г. Москва, Россия
info@mivar.ru, ovar@narod.ru

Применение миварных технологий для создания МЭПАИС управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России

В статье рассматривается применение миварных технологий для управления инновационными ресурсами. Проведен анализ предметной области «управления инновационной деятельностью химической и нефтехимической промышленности России» и обосновано, что в качестве экспертной системы для нее должна быть создана «Многомерная эволюционная прикладная автоматизированная информационная система поддержки принятия решений» на основе миварных технологий.

Введение

В настоящее время формализованное моделирование инновационного развития предприятий химической и нефтехимической промышленности является сложной и слабоструктурированной задачей. Анализ основных показателей инновационной деятельности должен учитывать вероятностные характеристики и нечеткие принадлежности многих показателей. Вместе с тем все эти сложные и противоречивые показатели и требования необходимо хранить и обрабатывать в рамках единого формализма. Таким образом, актуальным является создание экспертной системы «Многомерная эволюционная прикладная автоматизированная информационная система поддержки принятия решений для управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России» (МЭПАИС УИР ХНП).

Целью данной работы является создание на основе миварного подхода экспертной системы «Многомерная эволюционная прикладная автоматизированная информационная система поддержки принятия решений для управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России».

Актуальность создания экспертной системы для УИР ХНП России

Прежде всего отметим, что основные термины и положения инновационной политики России представлены в «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации», разработанной Министерством экономического развития РФ в 2008 году. Там же сформулирована цель перехода нашей экономики к инновационному социально-ориентированному типу развития [1], [2]. Для дальнейшего анализа необходимо уточнить основные термины.

«Инновация (нововведение)» – конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного процесса, используемого в практической деятельности. «Инновационная деятельность» – процесс, направленный на реа-

лизацию результатов законченных научных исследований и разработок либо иных научно-технических достижений в новый или усовершенствованный продукт, реализуемый на рынке, в новый или усовершенствованный технологический процесс, используемый в практической деятельности, а также связанные с этим дополнительные научные исследования и разработки [1], [2]. Исходя из поставленных задач, в настоящее время актуальна инновационная ориентация химической и нефтехимической промышленности (ХНП) России на развитие высокотехнологичных производств. Для этого необходимы постоянный компьютерный мониторинг и анализ развития предприятий химического комплекса, а также оценка уровня их инновационных ресурсов [3], [4]. Для анализа инновационной деятельности в ХНП используется системный подход и сбалансированная система показателей. Анализ и выбор показателей инновационного развития предприятий химического комплекса осуществляется в условиях неопределенности, вызванной наличием факторов, не поддающихся строгой количественной оценке [3], [4]. В целом получаем необходимость создания экспертной системы для управления инновационными ресурсами (УИР) ХНП России, которая должна иметь возможность функционального наращивания, масштабирования, т.е. эволюционного развития. Подчеркнем, что только применение современных информационных технологий для проведения системного анализа и оценки параметров инновационного развития предприятий химического и нефтехимического комплекса позволяет принимать обоснованные решения в рамках эффективной инновационной политики развития как всей отрасли в целом, так и отдельных промышленных предприятий.

Анализ особенностей и специфики УИР ХНП России

Анализ особенностей и специфики управления инновационными ресурсами ХНП России, проведенный на основе работ [3], [4], выявил следующие необходимые условия для создания экспертной системы: многообразие инновационной деятельности; различные инновационные индикаторы; нечеткость части показателей инновационного развития; необходимость использования разнообразных «срезов, сечений» и т.п. (по регионам, по отраслям, по годам и т.д.) – явная многомерность представления данных о предметной области; масштабируемость; разные формы представления результатов для принятия решений; много аспектов оценки инновационных ресурсов; необходимость принятия обоснованных решений в рамках эффективной инновационной политики развития отрасли и отдельных промышленных предприятий (многоуровневость представления данных и анализа); вариабельность и необходимость эволюционного развития представлений о предметной области; использование качественных (балльных) показателей; важность прогнозирования развития предприятий и отрасли в целом (возможно обобщение до всей экономики России); сложная и многоуровневая логика расчетов и принятия решений; при проведении финансово-экономического анализа необходимо решение сложных вычислительных задач.

Выделим наиболее важные: многомерность, эволюционность, непрерывность работы, быстрая логическая и вычислительная обработка.

Миварные технологии для УИР

Готовых систем, удовлетворяющих всем этим принципиально важным условиям, не существует. Обзор литературы показал, что теоретические решения в области создания эволюционных систем поддержки принятия решений, удовлетворяющие приведенным выше условиям, существуют и подробно изложены в работах О.О. Варламова [5], [6]. Миварный подход включает две основные технологии [5]:

1) эволюционные базы данных и правил (знаний) с изменяемой структурой на основе миварного информационного пространства унифицированного представления дан-

ных и правил, базирующееся на «тройке» «вещь, свойство, отношение» – для хранения любой информации без ограничения по объему и формам представления;

2) систему логического вывода или «конструирования алгоритмов» на основе активной обучаемой сети правил с единичной вычислительной сложностью – для обработки информации, включая логический вывод, вычислительные процедуры и «сервисы».

В отличие от традиционных подходов, разделяющих хранение в базах данных, логический вывод и вычислительную обработку [7], миварный подход к представлению и обработке информации позволяет создавать многомерные и эволюционные системы, обрабатывающие информацию в реальном масштабе времени с совмещением логических выводов и вычислительной обработки [5], [6], [8], [9]. Основой многомерного эволюционного миварного подхода является то, что реальный мир существует сам по себе, а при изучении и познании некоторой предметной области (например, УИР ХНП) человек представляет себе описание этого мира в виде начального трехмерного пространства, осями которого являются понятия: вещь, свойство и отношение. Эти три понятия – абстракции, удобные для описания реального мира [5]. Для управления инновационными ресурсами ХНП России необходимо использование миварных баз данных и правил, что позволит решить крупную научную проблему создания МЭПАИС УИР ХНП. Напомним, что в современной российской науке понятие «экспертная система» принято заменять на менее «антропоморфный» термин: СППР – система поддержки принятия решений.

Обоснование цели и задач МЭПАИС УИР ХНП

На основе проведенного анализа представляется целесообразным сформулировать научную проблему исследования в следующем виде: разработка теоретических основ построения МЭПАИС УИР ХНП в целях принятия решений на основе комплексной и многоаспектной оценки текущего состояния и перспектив развития инновационных ресурсов ХНП России. Как было показано выше, проблемная область управления инновационными ресурсами обладает большой спецификой. А, с учетом предметной области химической и нефтехимической промышленности России, специфика и особенности решения научной проблемы еще более увеличивается. Использование теоретических основ миварного подхода намечает пути решения проблемы, но не позволяет все сделать «автоматически».

Под каждую предметную область миварное информационное пространство унифицированного представления данных и правил необходимо настраивать и адаптировать, что само по себе представляет сложную научную задачу. Следовательно, для создания экспертной системы управления инновационными ресурсами ХНП на основе миварного подхода необходимо разработать эволюционную модель этой предметной области и адаптировать миварные методы хранения и обработки информации. Таким образом, получаем, что *целью нашей работы является решение крупной научной проблемы разработки многомерной эволюционной модели представления и обработки данных, эволюционных методов хранения и быстрой логико-вычислительной обработки информации для создания прикладной автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений для управления инновационными ресурсами ХНП России*.

Использование миварного подхода и результаты анализа специфики проблемной области потребуют разработать новый метод многомерного эволюционного хранения данных для МЭПАИС. Далее, на основе анализа особенностей обработки данных для управления инновационными ресурсами адаптировать или синтезировать новый метод логико-вычислительной обработки данных химической и нефтехимической промышленности России в целях управления инновационными ресурсами. В совокупности решение этих задач позволит создать МЭПАИС УИР ХНП.

Для оценки результатов внедрения МЭПАИС УИР ХНП необходимо разработать методику экспериментальных исследований и обосновать критерий эффективности для МЭПАИС. После этого можно будет провести обоснованный анализ результатов экспериментов и оценить повышение эффективности управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России. Таким образом, получаем, что в соответствии с поставленной целью для создания МЭПАИС УИР ХНП необходимо решить следующие задачи:

– провести анализ проблем создания СППР для управления инновационными ресурсами, а также особенностей и специфики управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России;

– проанализировать особенности представления данных для МЭПАИС и обосновать выбор многомерной эволюционной модели данных на основе миварного информационного пространства;

– синтезировать модель обработки данных для МЭПАИС с учетом возможностей миварного информационного пространства;

– разработать метод многомерного эволюционного хранения данных для МЭПАИС;

– синтезировать новый метод логико-вычислительной обработки данных химической и нефтехимической промышленности России в целях управления инновационными ресурсами;

– разработать методику экспериментальных исследований и обосновать критерий эффективности для МЭПАИС.

– провести анализ результатов проведенных экспериментов и оценить повышение эффективности управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России.

Отметим, что с точки зрения новизны научных результатов [1-9], представляется целесообразным выделить следующее:

1) предметно-ориентированная модель обработки данных, построенная на основе миварного информационного пространства, для управления инновационными ресурсами ХНП;

2) предметно-ориентированный метод многомерного эволюционного хранения данных для МЭПАИС;

3) предметно-ориентированный метод логико-вычислительной обработки данных химической и нефтехимической промышленности России в целях управления инновационными ресурсами;

4) предметно-ориентированная методика экспериментальных исследований управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России;

5) предметно-ориентированный критерий для оценки повышения эффективности управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России с МЭПАИС.

Необходимо подчеркнуть, что с точки зрения повышения конкурентоспособности России создание МЭПАИС УИР ХНП имеет важное практическое значение для России.

Формализованное описание модели данных для МЭПАИС УИР ХНП

Модель представления данных для МЭПАИС в начальном состоянии основывается на всех прямых (статформа «4-инновация») и расчетных показателях, учитывая их разделение на количественные и качественные показатели. Затем происходит конкретизация и многомерное наращивание представления: количественные показатели

разделяются на общие и инновационные индикаторы, а затем разделяются на кадровые и экономические показатели. Например, кадровые показатели включают: среднесписочную численность персонала, численность специалистов с высшим образованием и работников НИОКР, а также количество принятых на работу квалифицированных специалистов. С другой стороны, экономические показатели разделяются на величину капитальных вложений, величину затрат на инновации, общий и инновационный объемы выпуска продукции, количество созданных, приобретенных и переданных технологий, патентов, лицензий. При этом каждая организация ХНП может быть не полным владельцем технологий, патентов и т.п., а вместе с другими организациями. Миварный подход позволяет ввести параметр нечеткой принадлежности «объекта патентного права» (патенты и лицензии) для организаций ХНП. Возможны ситуации, когда несколько организаций ХНП в разных долях владеют патентами или лицензиями.

Наиболее целесообразно представлять формализованное описание модели представления данных для МЭПАИС в виде *N*-мерного миварного пространства. В общем случае, при создании принципов организации и структурирования данных, можно рассматривать: *K*-мерное подпространство точек и *L*-мерное подпространство отношений точек, которые образуют: *N*-мерное миварное пространство унифицированного представления данных и правил, где *K*+*L*=*N*. Пусть:

$$\exists A=\{a1,a2,...,an,...,aN\}, \quad (1)$$

где $n=\overline{1,N}$; A – множество названий осей миварного пространства, N – количество осей (динамическое) миварного пространства. Тогда:

$$\forall a_n \in A \qquad \exists B_n = \left\{ b_{n1}, b_{n2}, ..., b_{ni_n}, ..., b_{nI_n} \right\}, \quad (2)$$

$i_n=\overline{1,I_n}$; *Bn* – множество точек оси *an*. Для любых допустимых значений координат всегда существует определенная точка многомерного пространства:

$$\forall i_1, i_2, ..., i_n, ..., i_N \;\; \exists < i_1, i_2, ..., i_n, ..., i_N > \; \in I_1 \times I_2 \times ... \times I_n \times ... \times I_N, \quad (3)$$

где $< i_1, i_2, ..., i_n, ..., i_N >$ – координаты *N*-мерной точки $M_{i_1, i_2, ..., i_n, ..., i_N}$.

Существует множество значений точек миварного пространства:

$$\exists C = \{ c_{i_1 i_2 ... i_n ... i_N} \mid \qquad i_1 = \overline{1, I_1}; ...; i_n = \overline{1, I_n}; ...; i_N = \overline{1, I_N} \}. \quad (4)$$

Для каждой точки миварного пространства существует единственное значение из множества значений C:

$$\forall < i_1, i_2, ..., i_n, ..., i_N > \;\; \exists ! \, c_{i_1, i_2, ..., i_n, ..., i_N} \in C. \quad (5)$$

Напомним, что в миварном пространстве могут изменяться не только значения переменных, но и количество осей пространства, т.е. сама структура представления данных. Таким образом, получаем модель данных для МЭПАИС с изменяемой (эволюционной) структурой, наиболее адекватной разработанным новым принципам организации и структурирования данных для этой предметной области. Такой подход позволяет хранить в едином пространстве и сами данные, и правила их обработки – отношения объектов. Любое отношение может быть добавлено, удалено или изменено.

Исторический анализ инновационного развития показал, что не всегда и не все инновации могут быть реализованы, а конкурентные преимущества от каждой инновации сильно зависят от времени и от общего состояния «рынка инноваций» в каждой конкретной отрасли хозяйства. Даже при всех исходных положительных предпосылках любая конкретная инновация приводит к различным финансовым успехам (иногда и отрицательным). Следовательно, необходимо учитывать вероятностные характеристики,

получаемые на основе статистического анализа области внедрения инноваций в каждой конкретной отрасли хозяйствования. Практика показывает, инновации проходят разные стадии, которые условно можно разделить на три основных стадии:

1) «белая книга» (научная идея),
2) «перспективный проект» (проверка идеи в НИР),
3) «инновационный проект» (переход от НИР к ОКР и разработка «бизнес-плана»).

При этом не более 10% инноваций начальной стадии являются коммерчески успешными. Необходимо подчеркнуть, что сразу перейти на заключительные стадии нельзя или экономически нецелесообразно. Таким образом, начинать инновационные разработки приходится с начала, и вероятностные характеристики очень важны для МЭПАИС. Дополним миварный подход вероятностными характеристиками. Для некоторых случаев введем для каждой точки миварного пространства M с координатами $< i_1, i_2, ..., i_n, ..., i_N >$ вероятность конкретного единственного значения из множества всех возможных значений этой точки Cj:

$$\left| M_{i_1, i_2, ..., i_n, ..., i_N} \right| = P\left(C_j\right), \tag{6}$$

где: $C_j = c_{i_1, i_2, ..., i_n, ..., i_N, j}$, $0 \le P\left(C_j\right) \le 1$, $j = \overline{1, J}$.

Для работы в миварном пространстве с вероятностными характеристиками применяются все результаты современной теории вероятности и математической статистики. Итак, с учетом специфики управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России, проведенный анализ существующих принципов организации и структурирования данных информационных систем и моделей данных (структурированных, слабоструктурированных и миварных с изменяемой структурой) позволяет обосновать выбор миварной модели данных, так как только эта модель удовлетворяет всем существующим и перспективным требованиям для создания МЭПАИС УИР ХНП России.

Выводы

Создание многомерной эволюционной прикладной автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений для управления инновационными ресурсами химической и нефтехимической промышленности России является актуальной крупной научной проблемой, имеющей важное значение для химической и нефтехимической промышленности России. Разработанные результаты могут быть применены для решения подобных задач по управлению инновационными ресурсами в смежных отраслях промышленности России. Это обусловлено тем, что миварные сети являются развитием продукционного подхода с переходом от однодольных графов к двудольным и многодольным и многомерным эволюционным графам. Таким образом, в формализме миварной сети правил можно описать любые данные, а также зависимости, функции и отношения в виде многомерного эволюционного пространства унифицированного представления данных и правил. Проведен анализ особенностей предметной области и обосновано, что в качестве экспертной системы (СППР) для управления инновационной деятельностью химической и нефтехимической промышленности России должна быть создана МЭПАИС УИР ХНП на основе миварных технологий.

Литература

1. Игнатьев А.П. Системотехнические подходы и экономические методы развития инновационной деятельности телекоммуникационной компании : монография / Игнатьев А.П., Кривошеев О.Н., Чудинов С.М. – Белгород : Изд-во БелГУ, 2009. – 252 с.

2. Базовый доклад к обзору ОЭСР «Национальная инновационная система и государственная инновационная политика Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации. 02.11.2009. Режим доступа: http://mon.gov.ru/files/materials/6333/09.11.11-bd-rus.pdf.
3. Стратегическое планирование инновационных ресурсов отраслевой химической науки / А.М. Бессарабов., А.Л. Кочетыгов, А.В. Квасюк, Р.А. Санду // Материалы 10-го Всероссийского симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий». – Москва : ЦЭМИ РАН, 14 – 15 апреля 2009 г. – Т. 1. – С. 17-18.
4. Компьютерная процедура оценки материальных ресурсов отраслевых НИИ химического комплекса (1997 – 2007) / Кочетыгов А.Л., Поляков А.В., Санду Р.А. [и др.]. // Сборник трудов 22-й Межд. научной конф. «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ-22). – (Псков, 25 – 30 мая 2009 г.). – Т. 7. – С. 168-170.
5. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство / Варламов О.О. – М. : Радио и связь, 2002. – 288 с.
6. Варламов О.О. Моделирование мышления на основе миварного информационного пространства и логических сетей / О.О. Варламов // Компьютерные науки и технологии (КНиТ-2009). Ч.1 : сборник трудов Первой Международной научно-технической конференции. – Белгород : ГиК, 2009. – С. 137-142.
7. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов / Поспелов Д.А. – М. : Радио и связь, 1989. – 184 с.
8. Применение многопроцессорного вычислительного кластера НИИР для распараллеливания алгоритмов в научно-технических и вычислительных задачах / Владимиров А.Н., Варламов О.О., Носов А.В., Потапова Т.С // Труды НИИР : сб. ст. – М. : НИИР. – 2009. – № 3. – С. 120-124.
9. Программный комплекс «УДАВ»: реализация логического вывода на миварной сети правил / А.В. Носов, А.Н. Владимиров, О.О. Варламов, Т.С. Потапова // Компьютерные науки и технологии (КНиТ-2009). Ч.1 : сборник трудов Первой Международной научно-технической конференции. – Белгород : ГиК, 2009. – С. 232-236.

Р.А. Санду
Застосування міварних технологій для створення багатовимірної еволюційної прикладної автоматизованої інформаційної системи підтримки прийняття рішень для управління інноваційними ресурсами хімічної та нафтохімічної промисловості Росії
У статті розглядається застосування міварних технологій для розв'язання конкретної складної наукової задачі в галузі управління інноваційними ресурсами. Для вирішення завдань управління інноваційною діяльністю хімічної та нафтохімічної промисловості Росії необхідні постійний комп'ютерний моніторинг та аналіз розвитку підприємств хімічного комплексу, а також оцінка рівня їх інноваційних ресурсів. В даний час такі завдання в автоматизованому режимі успішно вирішують експертні системи. У роботі проведено аналіз особливостей цієї предметної області та обґрунтовано, що як експертна система для управління інноваційною діяльністю хімічної та нафтохімічної промисловості Росії повинна бути створена «Багатовимірна еволюційна прикладна автоматизована інформаційна система підтримки прийняття рішень» на основі застосування міварних технологій.

R.A. Sandu
Application Mivar technology to create a multidimensional evolutionary application of automated information system to support decision making for the management of innovation resources, chemical and petrochemical industry in Russia
The article examines the application of technology mivar Prof. Varlamov OO for a particular complex scientific problems in the management of innovation resources. To solve the problems of innovation management of chemical and petrochemical industry in Russia requires constant computer monitoring and analysis of the development of chemical complex, as well as assessment of their level of innovative resources. Currently, such tasks in an automated mode, successfully solving expert systems. The paper analyzed the characteristics of the subject area and explained that as an expert system for innovation management of chemical and petrochemical industry in Russia is to be established multidimensional evolutionary Applied automated information system supporting decision-making through the use of mivarnyh technologies.

Статья поступила в редакцию 19.07.2010.